



CON I **ROBOT** DA INDUSTRY 4.0 A **INDUSTRY** **5.0**

L'entusiasmante cammino della robotica industriale dalle applicazioni più tradizionali sino alla nuova frontiera rappresentata dell'intelligenza artificiale: l'esperienza di SIR Soluzioni Industriali Robotizzate.

Davide Passoni

Dirigente dipartimento Ricerca e Sviluppo,
SIR spa



L'istinto della soluzione

Utilizzando i robot dei più noti brand internazionali, quali ABB, Fanuc, Comau o Universal Robot, SIR progetta e realizza linee e celle robotizzate per l'industria, costruite in accordo alle specifiche esigenze del cliente. Si tratta di una produzione customizzata, non standard, dove ogni applicazione rappresenta un prototipo che viene studiato da zero, sia da un punto di vista meccanico che elettronico e informatico.

Forte di un fatturato consolidato di 32 milioni di euro, il 70% del quale realizzato sul mercato estero, SIR fonda le sue basi sull'istinto della soluzione, quella fantasia e quell'audacia tecnica che le permettono di immaginare una macchina ancora prima di averla realizzata e di risolvere le sfide tecnicamente più complesse e difficili. SIR rappresenta una vera e propria sartoria tecnologica, un'azienda di ingegneria che non si occupa però solo di studiare la soluzione ad un problema, ma anche di realizzarla fisicamente a livello industriale. L'iter è complesso: ricevuta una richiesta dal settore commerciale, un opportuno ufficio di avvanprogetto studia la soluzione ottimale a livello tecnico e di ritorno dell'investimento, al fine di formulare un'offerta ragionata per il potenziale cliente.

Una volta che l'offerta diviene commessa, essa viene progettata sin nel minimo dettaglio da un ufficio di ingegneria meccanica e da un equivalente ufficio elettronico. Nel reparto di assemblaggio, il

progetto assumerà forma fisica e verrà programmato da tecnici specializzati sino ad ottenere l'accettazione preliminare da parte del cliente, in un ideale viaggio dall'idea al movimento, dalla rappresentazione mentale alla realtà. Successivamente SIR procede all'installazione dell'impianto presso gli stabilimenti del cliente finale, con relativo collaudo dello stesso. Un efficace reparto di service garantisce una celere assistenza sugli oltre 3500 impianti installati da SIR nel mondo, presso le più prestigiose realtà industriali.

Particolare importanza in questo processo riveste il reparto di R&D, che opera trasversalmente in tutti le fasi progettuali e costruttive, testando, implementando e industrializzando le nuove tecnologie applicabili alla moderna robotica. Con un rapporto consolidatosi già dal 2004, il reparto R&D opera in stretta collaborazione con l'Università di Modena e Reggio Emilia e ospita un laboratorio aziendale all'interno della sede operativa. Qui tecnici SIR e ricercatori universitari lavorano a stretto contatto per studiare nuove tecnologie che saranno successivamente applicate in vere e proprie commesse. È un'importante opportunità, che permette all'azienda da un lato di avere accesso alla conoscenza teorica del mondo universitario e di disporre di menti fresche e preparate, all'Università dall'altro di vedere tradotti in pratica e introdotti sul mercato i risultati della propria ricerca.

La robotica industriale nell'era di Industry 4.0

I settori applicativi dei prodotti SIR spaziano dall'automotive alla fonderia, dal comparto aerospaziale all'industria dei compositi e delle plastiche, per approdare infine al settore logistico. Le soluzioni in cui viene applicata la robotica industriale, siano esse una cella costituita da un solo robot o una linea con decine di manipolatori in cascata, riguardano in particolar modo le lavorazioni meccaniche di finitura dei manufatti, estese anche ai compiti pesanti richiesti in fonderia, quali taglio e sbavatura, le operazioni di assemblaggio, di manipolazione, saldatura, e pallettizzazione.

Un'implementazione interessante, tra le tante realizzate, può essere costituita ad esempio dall'assemblaggio del gruppo di distribuzione dei motori nelle vetture ad elevate prestazioni, ove i robot divengono i veri protagonisti dell'automazione, capaci di svolgere task complessi con grande precisione. Il tutto realizzato in un ambiente ad elevata integrazione, in cui tutta la linea può adattarsi al codice attualmente in produzione, e in cui tutti gli attori interagiscono tra di loro per completare il compito richiesto.

In questi casi vengono già applicati concetti di bilanciamento intelligente del carico di lavoro, per cui un eventuale arresto di un robot della linea viene immediatamente compensato dagli altri manipolatori, che modificano in modo automatico il loro ciclo di lavorazione facendosi carico anche dei compiti propri della macchina in avaria, arrivando in sostanza a sostituirla.

Questi concetti di manifattura robotizzata intelligente valgono anche per le linee di lavorazione e di processo sui metalli. Nelle operazioni di sbavatura e finitura di componenti aeronautici, ad esempio, è necessario garantire una qualità elevatissima, costante e ripetitiva. Occorre infatti considerare che la robotica, almeno nei paesi industrialmente più evoluti, ha ormai superato la fase in cui era chiamata ad assicurare solo la quantità della produzione. Chiaramente il ritorno dell'investimento all'atto della formulazione di un'offerta di automazione viene calcolato in SIR anche in

termini quantitativi, ma sono ormai i criteri qualitativi a guidare le scelte di innovazione, in sostanza a farla da padrona: utilizzare robot nella moderna manifattura significa garantire la qualità della produzione. Per questo possiamo affermare che nel caso delle lavorazioni di finitura sopracitate, i robot concretizzano e rendono ripetibile l'esperienza dell'artigiano, o del sempre più raro operatore specializzato, in operazioni in cui vengono già applicati i concetti cari all'Industry 4.0, e spingendosi in alcuni casi anche oltre.

Concetti che la robotica ha già cominciato ad assimilare da alcuni anni, superando le limitazioni di fondo che la caratterizzavano:

- alta difficoltà di utilizzo delle macchine da parte degli operatori,
- scambio di informazioni tra celle e linee differenti estremamente ridotto se non inesistente,
- bassa interattività con l'ambiente circostante,
- segregazione delle isole robotiche, separate fisicamente dagli operatori umani tramite cabine e recinzioni,
- completa assenza di intelligenza artificiale.

I robot del passato erano in sostanza meri esecutori di compiti ripetitivi.

Una crescita a due cifre

Il futuro dell'industria e dell'automazione passa attraverso il superamento dei criteri obsoleti, per approdare ad una nuova tipologia di industria, la 4.0, che funga da trampolino di lancio verso quella che sarà la prossima rivoluzione industriale, la Industry 5.0, una rivoluzione che in modo quasi silente ha già iniziato a muovere i primi passi.

Tale percorso vedrà i robot sempre più protagonisti, proprio perché sempre più intelligenti e fruibili. Le proiezioni al 2018 della International Robotics Association prevedono infatti una crescita a due cifre, con valori di vendita prossimi alle 400.000 unità annue. La protagonista indiscussa di questo trend positivo sarà l'Asia, e in particolar modo la Cina, con stime di crescita che si attesteranno sul 22%.

Si tratta di numeri imponenti che rendono bene l'idea di quanto sarà automatizzato il mondo industriale nel prossimo futuro.

La stessa SIR, oltre alla sede italiana in cui lavorano circa 90 dipendenti (senza contare il notevole indotto esterno) e alle filiali tedesca e americana, ha recentemente aperto un distaccamento operativo nelle vicinanze di Shanghai, forte di 20 persone dedite alla realizzazione di impianti che possano favorire la diffusione della robotica nel paese del Dragone. Diffusione che raggiungerà i valori massimi in Oriente, ma che vedrà comunque anche nel mondo occidentale una crescente dilatazione degli ambiti di utilizzo, anche alle piccole imprese, e dei task eseguibili.

La robotica industriale sarà quindi sempre più utilizzata in nuove applicazioni che sino a poco tempo fa erano precluse per evidenti limiti tecnologici.

Verso Industry 5.0

Il mondo dell'automazione si sta già preparando a questi nuovi scenari: lo dimostrano ad esempio le metodologie di programmazione off-line e l'utilizzo dei sistemi di realtà virtuale per la progettazione e la simulazione, tecnologie che permettono di superare il primo ostacolo di cui abbiamo parlato: la difficoltà di utilizzo. I nuovi

sistemi di programmazione off-line permettono infatti di simulare il comportamento di una macchina o di una rete di macchine ancora prima di averla costruita, comodamente seduti davanti al proprio PC. Questi sistemi sono ora fortemente orientati al processo, in sostanza al tipo di task che si andrà ad eseguire. La simulazione virtuale dei robot permette quindi di ricreare facilmente le logiche di fondo e i movimenti che l'operatore manuale compie per processare un determinato manufatto e di vederne in anteprima i risultati ottenuti: tali movimenti verranno poi automaticamente trasformati in codice macchina e inviati ai robot reali, che svolgeranno il task richiesto senza che sia necessaria alcuna difficoltosa programmazione sul campo, dispendiosa in termini temporali, di utilizzo delle macchine e delle risorse umane.

Ecco perché parliamo in questo caso di automazione dell'esperienza: l'operatore manuale si trasforma da semplice conduttore dell'impianto a convogliatore di esperienza e conoscenza. L'utilizzo della realtà virtuale è importante in tal senso per potersi "immergere" completamente nella macchina simulata, sia durante le fasi di design che in quelle di programmazione e messa a punto.

Le stesse linee robotizzate cominciano ora ad essere interconnesse tra di loro e alla rete aziendale con sistemi MES o similari: i protagonisti dell'automazione possono quindi scambiarsi dati, informazioni e anche programmi tra celle equivalenti, in sostanza condividendo la conoscenza tra le macchine collegate.

Ma non solo: come dimostra un progetto europeo a cui stiamo partecipando, semplicemente sfruttando la gravità nell'ottimizzazione dei percorsi, e grazie all'utilizzo di Kers e di altri sistemi di recupero energetico, le linee robotizzate potranno presto risparmiare sino al 30% di energia, ridistribuendola a tutto il sottosistema interconnesso, sia esso una singola cella, una linea o l'intero stabilimento produttivo.

Anche l'interazione con l'ambiente è ora notevolmente aumentata: i sistemi di visione artificiale evoluti, veri e propri occhi dei robot industriali presenti ormai nell'80% delle applicazioni, possono guidare un robot al prelievo di un elemento non solo sul piano, ma nello spazio, automatizzando lo stesso processo con cui un uomo istintivamente osserva ed afferra un oggetto in completa sicurezza. Il prelievo degli elementi alla rinfusa all'interno di un cassone è ormai una realtà, e questo apre nuovi orizzonti nella semplificazione della logistica industriale, che può svincolarsi da sistemi dedicati e costosi per la movimentazione e lo stoccaggio interni. Sistemi che fino a poco tempo fa si rendevano necessari per mantenere gli elementi ordinati e in posizioni ripetitive, condizione necessaria per l'alimentazione degli stessi sulle isole robotizzate del passato.

La visione artificiale viene utilizzata anche per ispezioni e controlli qualitativi al termine di una lavorazione o di un processo industriale: i robot hanno a bordo differenti sensori ottici, alcuni anche di tipo endoscopico o iperspettrale, al fine di esaminare i difetti dei componenti meccanici prodotti, siano essi di tipo estetico o funzionale, di tipo superficiale o dovuti ad un non corretto assemblaggio. Queste soluzioni garantiscono un controllo oggettivo e non soggettivo della produzione, spingendosi anche a compiere una vera e propria autocertificazione di qualità dell'elemento prodotto, consentendo la completa tracciabilità e la memorizzazione della "storia produttiva" di quel singolo componente.

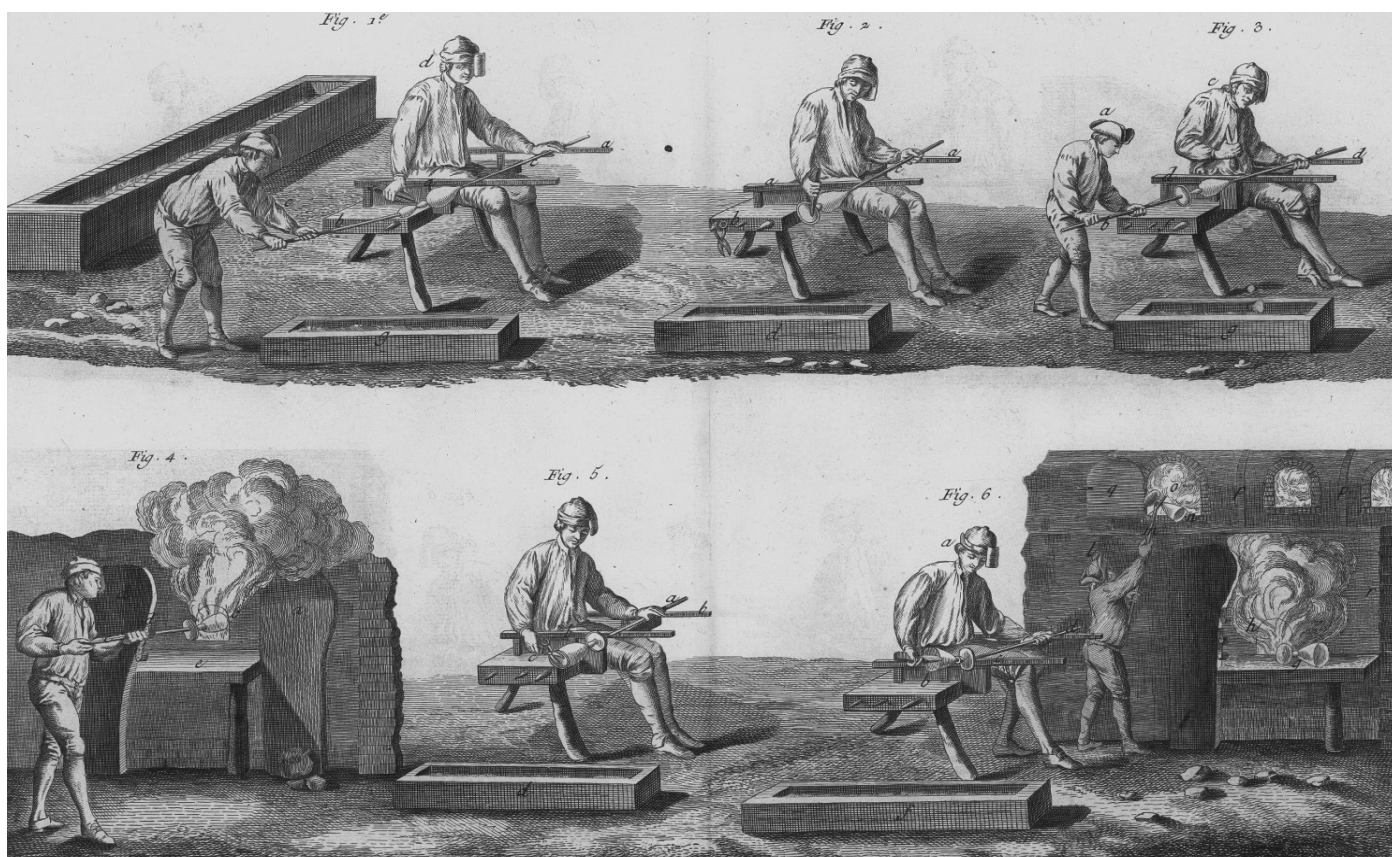
Una maggiore interazione con l'ambiente passa non solo attraverso il senso della vista, ma anche attraverso quello del tatto, vera chiave di volta per garantire un'alta adattività della macchina alle variazioni ambientali. L'uso di sensori di forza permette ai robot di ultima generazione di manipolare oggetti fragili o di forma variante. La manipolazione di elementi non rigidi, quali ad esempio tubi o cavi, preclusa alla robotica tradizionale, fa ormai parte dello stato dell'arte della moderna automazione. L'utilizzo di opportuni algoritmi assicura la buona riuscita dell'assemblaggio di un oggetto non rigido con la stessa logica (visione-decisione-azione oppure tatto-decisione-azione) con cui operiamo noi esseri umani: bilanciando forza e delicatezza, e muovendoci istintivamente sino a quando l'inserimento non avviene con successo. Un robot sensibile al tatto e alla forza ci permette inoltre di impartire alla macchina differenti comandi, toccandola in posizioni diverse, oppure di indurla a spostarsi nella direzione in cui abbiamo applicato la forza stessa.

Questo apre la strada alla collaborazione tra robot ed essere umano, uno dei punti fondamentali della fabbrica del futuro: le tecnologie sensoriali consentono di gestire in modo sicuro un'eventuale collisione con un operatore umano, senza procurargli alcuna lesione, ma soprattutto consentono all'operatore stesso di lavorare insieme alla macchina senza alcuna segregazione. Non parliamo più quindi di semplice cooperazione, nelle fasi ad esempio di alimentazione e scarico, per il raggiungimento dei livelli quantitativi e qualitativi della produzione, ma di vera e propria collaborazione. Questo concetto è di fondamentale importanza, perché rende possibili nuovi scenari: collaborare con la macchina nei processi di apprendimento dell'esperienza o in quelli di manifattura ed assemblaggio, con operazioni complementari svolte in contemporanea da robot e operatore, oppure introdurre comandi vocali o gestuali. In una cella sperimentale realizzata da SIR, l'operatore può colloquiare con la macchina mediante gestures, inviando comandi di start e stop, rallentandone la velocità, fermando il robot quando la vicinanza è ridotta e il pericolo è maggiore. Anche le azioni e i movimenti possono ora essere memorizzati in un modo molto semplice, trascinando manualmente il robot stesso in configurazione non rigida e in modalità "registrazione", mostrandogli il task che deve compiere: tale compito verrà successivamente ripetuto con precisione assoluta dalla macchina.

L'Intelligenza Artificiale

Unendo collaboratività, visione artificiale, tatto, sensibilità e aggiungendo un minimo di capacità decisionale, si possono ottenere risultati sorprendenti. Un robot industriale capace di giocare a dama con un cliente è un esercizio dimostrativo che SIR ha realizzato per mostrare come l'unione di queste tecnologie fondamentali possa portare alla vera grande rivoluzione: l'introduzione dell'intelligenza artificiale nel mondo delle macchine. In parole povere, significa dotare le macchine stesse di capacità decisionale da un lato e di skill di autoapprendimento dall'altro.

Le ultime generazioni di sistemi di visione, ad esempio, non solo sono dotate di capacità di tracking in tempo reale degli oggetti, ma hanno già acquisito capacità di classificazione e concettualizzazione, per cui sono in grado di autoapprendere figure e oggetti, di distinguerli in base ai dettagli ponendoli in diverse categorie,



esattamente come facciamo noi essere umani. Il processo di apprendimento è simile alla concettualizzazione con cui opera il nostro cervello: una volta costruitasi un'immagine mentale di un'automobile, ad esempio, e una volta concettualizzata tale immagine, tutte le automobili osservate successivamente saranno riconosciute come tali, qualunque forma e colore abbiano, anche se è la prima volta che un nuovo modello appare ai nostri occhi.

Alcuni studi mirano a rendere la macchina capace di autoapprendere in modo completamente autonomo i movimenti necessari per completare un assemblaggio, procedendo per tentativi per raggiungere il risultato e sempre concettualizzando il task richiesto, così come farebbe un essere umano quando apprende un nuovo compito precedentemente sconosciuto. La conoscenza acquisita (in tal caso il metodo ottimale per ottenere il montaggio corretto di un componente) potrà essere successivamente trasferita agli altri robot in rete, operando quindi una vera e propria diffusione della "intelligenza". Questa tecnica può essere applicata anche agli algoritmi e alle metodologie di calcolo in tempo reale di un percorso variante, che si adatti alla situazione ambientale "istantanea" di quel preciso momento, col fine ad esempio di svincolarsi da un ostacolo imprevisto, in genere umano, nell'area di lavoro.

SIR ha realizzato un'interessante applicazione in cui coltelli usati, alimentati in modo completamente random, di un numero infinito di modelli e forme e con diversi livelli di usura, vengono sbavati e rifilati da un robot preposto allo scopo. È l'antico mestiere dell'arrotino, qui realizzato in forma moderna mediante una cella robotizzata che ne deve compiere gli stessi movimenti e le

stesse procedure. Tali movimenti, necessari per affilare la lama, variano da coltello a coltello, ma il sistema si autoprogramma e si adatta ad un oggetto mai visto prima grazie alla visione artificiale e ad opportuni algoritmi adattivi.

Una nuova rivoluzione industriale

L'automatizzazione di un processo ad elevata varianza come l'affilatura dei coltelli rappresenta un passo ulteriore nella direzione della robotica del futuro: interattività avanzata, capacità decisionali e possibilità di autoapprendimento consentiranno alle macchine di adattarsi immediatamente alle "variazioni ambientali", permettendo una reale produzione a lotto unitario e lo svolgimento di compiti estremamente complessi anche in settori industriali non convenzionali. Il noto produttore di robot Kuka ha ben concettualizzato in un suo video promozionale la sfida enorme che l'automazione del futuro sarà chiamata ad affrontare: quando un robot industriale potrà battere il campione del mondo in un gioco ad elevata velocità ed interazione come il tennis da tavolo, allora potremo dire che i concetti propri della Industry 5.0 avranno davvero assunto valenza reale, aprendoci le porte ad una nuova rivoluzione industriale e ad un nuovo concetto di produzione basato sull'intelligenza artificiale.

Una delle pietre miliari dell'industria moderna fu l'introduzione, nei primi anni del novecento, della catena di montaggio, da parte di Henry Ford. La trasformazione di questo concetto in una catena intelligente può essere davvero la chiave di volta dell'industria del nuovo millennio. ■